三相誘導電動機の
トップランナー基準(案)の紹介

一般社団法人 日本電機工業会
重電部　産業機器企画業務課長
小川　晋

1. はじめに

三相誘導電動機（以下、モータという）による消費電力量は、世界の消費電力量全体の 40 ～ 50%を占めるとされており、相当量のエネルギーを消費する機器となっている。従って、モータの効率改善により、大きな省エネルギー効果が期待できることになるため、モータの高効率化は夏期等におけるピーク時の電力不足を解消する「省エネルギー対策」とも言うことができよう。

さかのぼってみると、2011 年 1 月に開催された「経済産業省　総合資源エネルギー調査会　省エネルギー基準部会」において、モータは、省エネ法における特定機器の要件（我が国において、①大量に使用され、②相当量のエネルギーを消費する機器であって、③エネルギー消費効率の改善が見込まれるもの）を全て満たすと判断されることから、当該特定機器の判断基準を検討する小委員会を新たに設置し、いわゆる「トップランナー」化に向けた目標基準値等の各種の検討を行うことが決定した。

次いで 2011 年 12 月には、「総合資源エネルギー調査会　省エネルギー基準部会　三相誘導電動機判断基準小委員会」が設置され、モータの「目標基準値」、「期待される省エネ効果」、「目標年度」等に関する具体的な検討が進められてきたが、このたび、トップランナー基準の「中間とりまとめ（案）」がまとめられ、所要の手続きを経て、2013 年度中には「省エネ法」の改定が告示される予定となった。

本稿では、省エネルギー化に大きく資するモータのトップランナー基準（案）について、以下に概要を紹介する。

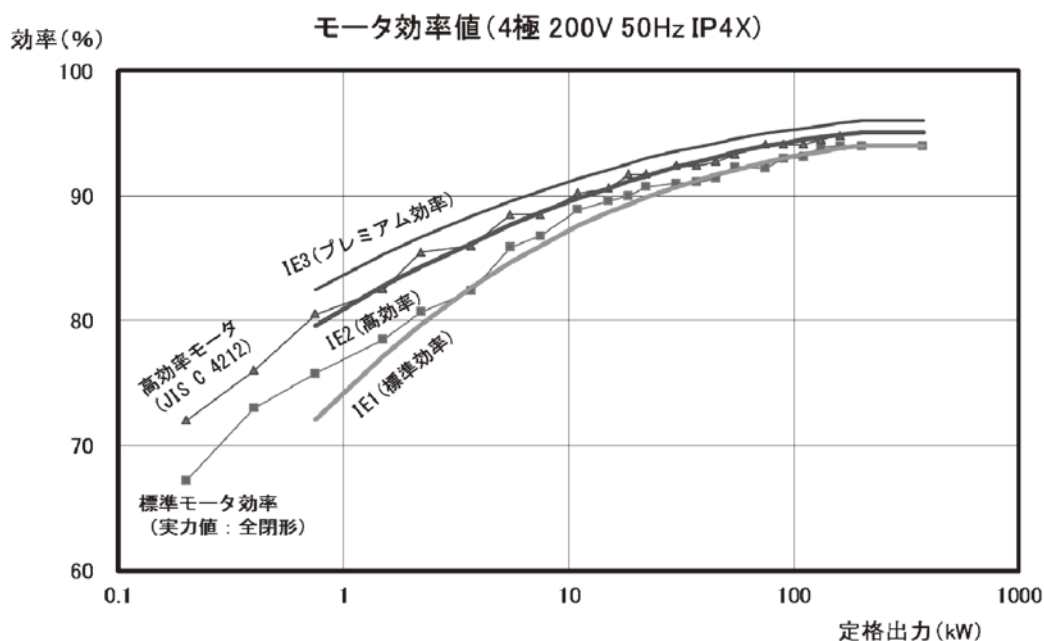



図 1　モータ効率値（IE1 ～ IE3、標準効率及び高効率の比較）

2. 期待される省エネルギー効果*

モータの効率レベルについては、世界的な規格であるIEC（International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議）規格で規定されており、効率クラスとしてはIE1（標準効率）、IE2（高効率）、IE3（プレミアム効率）が定められている。

我が国で適用されているモータはほとんどがIE1と言われているのに対し､米国では､高効率(IE2)とプレミアム効率(IE3)の合計が70%､欧州でも高効率(IE2)が12%となっており､欧米ではモータの高効率化が進んでいる状況にある。

日本において、家庭用・業務用・産業用を問わず、すべてのモータの普及台数は約1億台とされている。それらによる年間の消費電力量は、我が国の全消費電力量の約55％、産業用モータによる年間の消費電力量は、産業部門の消費電力量の約75％を占めると推計されており、相当量のエネルギーを消費する機器となっている。また、国内で使用されているモータの97％がIE1（標準効率）レベルである現状に対し、トップランナー化により、それらが全てIE3（プレミアム効率）に置き換えられたとすれば、期待される電力削減量は全消費電力量の約1.5％に相当する155億kWh/年間になると試算されており、極めて大きな省エネ効果が期待できることになる。

3. 適用時期

先述の通り、各国とも、最低効率を高く定めて、最低エネルギー消費効率基準を強化する方向を志向しており、同時に、IEC規格と整合性を取った基準値の設定が図られつつあるということができる。世界の主要な国々では遅くとも2017年頃までには、IE3レベルの効率が規制値として求められる模様である。

こうした環境の下、我が国においても、2015年度からIEC規格におけるIE3レベルをトップランナー基準として適用する方針が決定したわけである。

4. モータのトップランナー基準（案）の概要**

本章においては、三相誘導電動機判断基準小委員会によって取りまとめられた「中間取りまとめ（案）」の内容に沿って、三相誘導電動機のいわゆる「トップランナー基準」について、以下に概要を紹介することとする。

4. 1 対象範囲

中間取りまとめ（案）では、JIS C 4034-30「回転電気機械－第30部：単一速度三相かご形誘導電動機の効率

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
米国	'97年～EPAct:エネルギー政策法 EPAct(IE2)規制開始			EISA:エネルギー独立安全保障法 '10年12月～NEMA Premium(IE3)規制開始						
豪州・NZ	MEPS(Minimum Energy Performance Standards)による '06年～EFF1(IE2+α)規制発効									
欧州 EU27				欧州委員会　エコデザイン要求事項 '11年6月～IE2規制開始				IE3 or IE2＋インバータ駆動規制開始予定 '15年1月～7.5kW以上		'17年1月～ 0.75kW以上
韓国	段階的にIE2規制開始 '08年7月～45kW以上		'10年1月～15kW以上 '10年7月～0.75kW以上	'11年1月～8極機						
中国	エネルギー効率標識実施規則 '07年7月～GB3級(標準効率＋α)			'11年7月～GB2級(IE2＋α)規制開始	'12年9月～新GB3級(IE2)規制開始				新GB2級(IE3)規制 開始予定 '16年9月～7.5kW以上	'17年9月～ 0.75kW以上
ブラジル			'09年12月～IE2規制開始							
日本						★特定機器指定告示		'15年4月～IE3でのトップランナー規制 開始予定		

：IE2クラスの規制　：IE3クラスの規制

図2　各国・地域における規制の時期と適用される効率クラス

クラス（IE コード)」で規定される適用範囲を基に、次の①〜⑦の条件を全て満たす三相かご形誘導電動機※1 が対象とされている。

① 定格周波数又は基底周波数＊1 が、50Hz ± 5%のもの、60Hz ± 5%のもの又は 50Hz ± 5%及び 60Hz ± 5%共用のもの＊2

② 単一速度のもの＊3

③ 定格電圧が 1,000 V以下のもの＊4

④ 定格出力が 0.75kW 以上 375kW 以下のもの

⑤ 極数が 2 極、4 極又は 6 極のもの

⑥ 使用の種類が以下の（ア）又は（イ）の条件に該当するもの

（ア）モータが熱的な平衡に達する時間以上に一定負荷で連続して運転する連続使用(記号：S1)のもの

（イ）モータが熱的平衡に達する時間より短く、かつ、一定な負荷の運転期間及び停止期間を一周期として、反復する使用（記号：S3）で、一周期の運転期間が 80%以上の負荷時間率をもつもの

⑦ 商用電源で駆動するもの

ただし、以下のものは除くとされている。

（A）機械（例えば、ポンプ、ファン及びコンプレッサ）に組み込まれ、機械から分離して試験ができないもの。

（B）インバータ駆動専用に作られたもの※2。

※1　特殊なフランジ､脚及び軸を用いたものであっても適用範囲に含む。

※2　基底周波数が 50Hz ± 5%又は 60Hz ± 5%のものについては適用範囲に含む。（インバータ駆動専用モータでも、基底周波数が 50Hz ± 5%又は 60Hz ± 5%は商用電源で運転できるので対象となる。）

対象とされるモータのうち、①特殊な用途に使用されるもの、②技術的な測定方法、評価方法が確立していないもの、③市場での使用割合が極度に小さいものについては、適用範囲から除外することとしされている。具体的には以下のとおりである。

◆特殊絶縁、デルタスター始動方式、船用モータ、液中モータ、防爆形モータ、ハイスリップモータ、ゲートモータ、キャンドモータ、極低温環境下用モータ及びインバータ駆動専用で他力通風形のもの。

なお、海外に出荷するモータは対象外となるが、国内に出荷するモータであっても、輸出向けの機械（例：ポンプ、ファン、コンプレッサ等）に組み込み、海外へ出荷するものは、対象外とされている。言い換えれば、モータに海外用の電圧／周波数が銘板等で表示され、海外向けであることが発注書や海外の認定マーク等で確認できるものに限って対象外と区分されることになる。

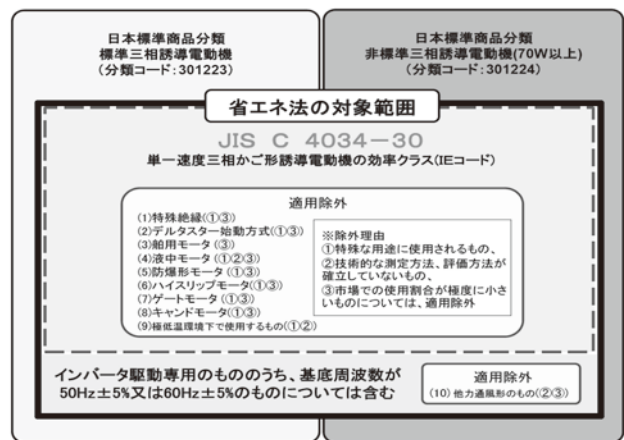



図 3　省エネ法の対象範囲イメージ

4．2　製造事業者等の判断の基準となるべき事項等

(1) 目標年度は、2015 年度（平成 27 年度）とする。

(2) 目標設定のための区分と目標基準値＊5

① “表 1（区分及び目標基準値)” 及び “備考 1 〜 4” について

中間とりまとめ（案）では、“表 1（区分及び目標基準値)” にて 60Hz で 13 区分、50Hz で 23 区分、合計 36 の区分毎に目標基準値［%］が示されている。また、“備考 1 〜 4” にて、補正係数が掲げられている。

今回の中間取りまとめ（案）では、基本的には、IEC や JIS とも整合を図った内容が提案されているが、極数による区分は行われなかった。

＊1　基底周波数は、モータが定格トルクを連続で発生できる最高の定格周波数をいう。
＊2　定格周波数又は基底周波数を複数有するものは、該当する定格周波数又は基底周波数を 1 つ以上有するものをいう。
＊3　極数切換ができないもの。
＊4　定格電圧を複数有するものは、該当する定格電圧を 1 つ以上有するものをいう。
＊5　“表 1”、“備考 1 〜 4”の詳細については、「三相誘導電動機判断基準小委員会　中間とりまとめ(案)」を参照のこと。

今回対象となるモータの極数は、2極、4極又は6極であるが、国内で普及する約1億台のうち、4極のものが約65%を占めており、区分の範囲は可能な限り広範囲で設定することが好ましいため、4極をベースに（補正係数を1とする）、2極、6極のエネルギー消費効率の値にそれぞれ補正係数を設定することで、2極、4極及び6極の構成を持ったモータを同じ区分で評価を行うこととした。

また、60Hzでは定格出力に幅を持たせた区分として効率値が設定されており、また、50Hzでは、定格出力毎に区分を設け、その区分に属さないものについては、「その他」（区分36）という新たな区分を設定している。

評価方法は、「製造事業者等が目標年度以降に国内向けに出荷するモータについて、4．2．(3）のエネルギー消費効率の測定方法により測定したエネルギー消費効率［%］を、“備考1から4”に記載した内容について留意した上で、“表1”の区分毎に事業者毎の出荷台数で加重平均した値が目標基準値を下回らないようにすること。」としている。

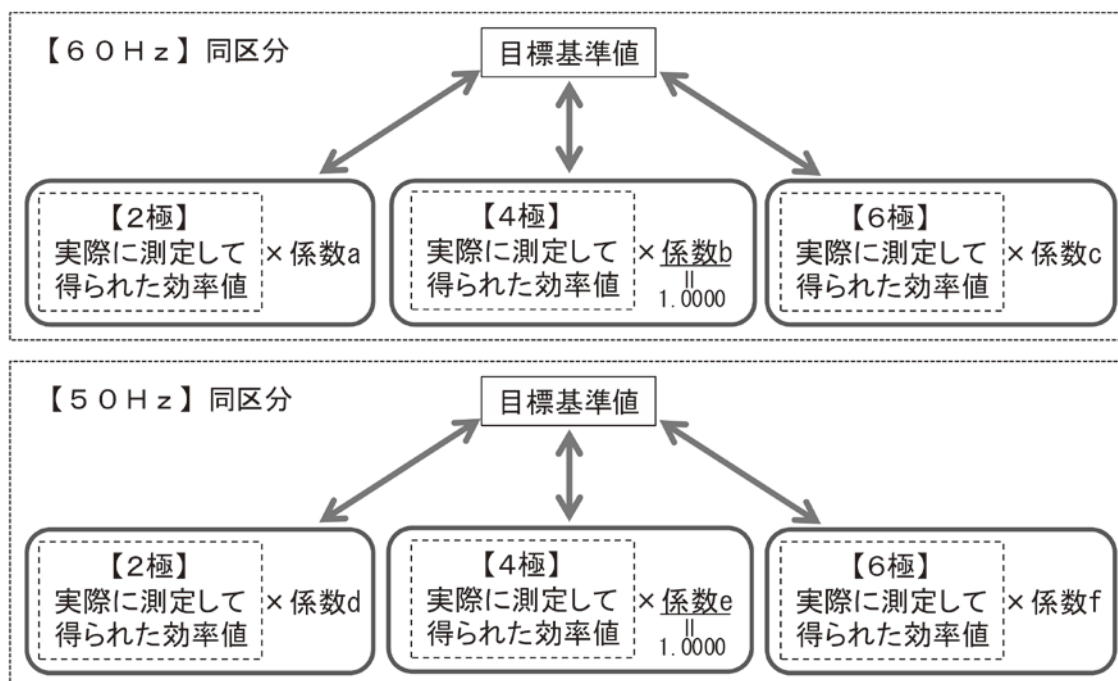
ただし、国内向けと海外向けの両方に対応した電圧・周波数を有するモータについては、国内向けに対応した電圧・周波数におけるエネルギー消費効率の値を適用することとされている。

②3定格（6定格）による補正係数について（“表1”の“備考3”の考え方）

日本では、50Hzと60Hz共用設計の3定格（200V/50Hz、200V/60Hz、220V/60Hz又は400V/50Hz、400V/60Hz、440V/60Hz）や6定格（200V/50Hz、200V/60Hz、220V/60Hz、400V/50Hz、400V/60Hz、440V/60Hz）のモータが流通していることを考慮し、3定格（6定格）を含み出荷するモータに関して、200V/60Hz（400V/60Hz）の効率値については、「実際に測定して得られた効率値に“備考3”の“表4”の補正係数を乗じた値」とし、“表1”の「目標基準値」との比較・評価を行うこととされている。

（3）エネルギー消費効率の測定方法

モータのエネルギー消費効率は、入力［W］に対する出力（入力から全損失※を差し引いたもの）［W］の比（%）として、JIS C 4034-2-1に規定する方法（不確かさ

＜イメージ図＞

“低” の試験方法）により測定し、以下の式で算定することとする。

効率[%]＝(入力[W]－全損失[W])／入力[W]×100

※但し、全損失については、固定損、負荷損（負荷試験による負荷損の算定方法）及び漂遊負荷損（トルク測定を行う負荷試験による漂遊負荷損の算定方法）の和として求める。

(4) 表示事項等

① 表示事項

以下のイ）～リ）の項目を表示事項とする。

イ）品名、ロ）定格出力（kW)、ハ）極数、ニ）定格電圧（V)、ホ）定格周波数又は基底周波数（Hz)、ヘ）使用定格、ト）エネルギー消費効率（%：定格電圧・周波数における定格効率)、チ）効率クラス（IE コード)、リ）製造事業者等の氏名又は名称

② 遵守事項

1) エネルギー消費効率［%］は、小数点以下１桁までの数値を表示すること。

2) ①チの効率クラス（IE コード）は、定格電圧・周波数毎に記載すること。ただし、各定格電圧・周波数での効率クラス（IE コード）が全て共通している場合にあっては、１種類の記載とすることもできる。

3) ①に掲げる表示事項の表示は、モータ本体の見やすい箇所に容易に消えない方法で記載して行うこと。また、性能に関する表示のあるカタログ又は機器の選定にあたり製造事業者等により提示される資料の見やすい箇所にも容易に消えない方法で記載して行うこと。

4．3　省エネルギーに向けた提言等

「三相誘導電動機判断基準小委員会中間とりまとめ(案)」には、以下の提言が記載されているが、この提言は、基準達成に向けて政府や規制対象となるモータの製造・輸入事業者、モータが組み込まれる機械の製造・輸入事業者、使用者等の取り組むべき努力目標と今後の課題について、判断基準小委員会としてとりまとめた内容と位置づけられる。

モータが機械に組み込まれることを考慮し、敢えて「(3) モータが組み込まれた機械の製造・輸入事業者の取組」への提言が追加されていることに留意願いたい。

(1) 政府の取組

政府は、エネルギー消費効率の優れたモータの普及を図る観点から、使用者（モータ単体及びモータが組み込まれた機械を購入する者）及び製造・輸入事業者の取組を促進すべく、普及啓発等の必要な措置を講ずるよう努めること。

(2) モータの製造・輸入事業者の取組

① モータの省エネルギー化のための技術開発を促進し、エネルギー消費効率の優れた製品の開発・輸入に努めること。

② エネルギー消費効率の優れたモータの普及を図る観点から、対象機器のカタログや取扱説明書のほかにも、使用者の製品の選定にあたり製造事業者等が提示する資料の見やすい箇所にエネルギー消費効率を記載するなど、購入者が省エネ性能の優れたモータを選択できるよう適切な情報の提供に努めること。

(3) モータが組み込まれた機械の製造･輸入事業者の取組

① エネルギー消費効率の優れたモータを組み込んだ機械の製造・輸入に努めること。

② エネルギー消費効率の優れたモータが組み込まれた機械の普及を図る観点から、対象機械のカタログや取扱説明書のほかにも、使用者の機械の選定にあたり製造事業者等が提示する資料の見やすい箇所にモータのエネルギー消費効率についても記載するなど、購入者が省エネ性能の優れたモータが組み込まれた機械を選択できるよう適切な情報の提供に努めること。

(4) 使用者の取組

「モータ単体」又は「モータが組み込まれた機械」の購入の際には、エネルギー消費効率の優れたモータ又はそれが組み込まれた機械の選択に努めるとともに、その使用にあたっては、適切且つ効率的な使用により省エネルギーを図るよう努めること。

5．モータのトップランナー規制による国内市場への影響

日本の多くの機械セットメーカは、モータで駆動する機械を欧米はじめ全世界へ輸出しているが、モータを使用した製品（工作機械、ファン・ポンプなど）は、ユーザ（セットメーカ、エンドユーザ）に対応した仕様のため、非標準品が88%と圧倒的に多く、モータメーカは、セットメーカやエンドユーザの仕様や状況に合わせた製品で納入することが一般的な形態となっている。

したがって、トップランナーモータを普及させる場合は、モータメーカの設計変更のみならず、機械側での設計変更も伴うので、セットメーカやエンドユーザのご理解を得ることが必要となる。

6. 今後の検討課題

一般社団法人 日本電機工業会（JEMA）では、今後の検討課題・アクションプランとして、以下の内容を考えている。この内容を実現すべく、精力的に取り組んでいくこととしたい。

- 省エネ法告示への対応：資源エネルギー庁ご担当課へのコンタクト・状況確認を継続し、確実な告示を実現する。
- 普及促進活動：パンフレット、ウェブサイト等を用いた周知活動を企画・実行する。
- 国への働きかけ（法制化、補助金制度、税制優遇など）：トップランナーモータ採用促進のための普及啓発、インセンティブ等を国・地方公共団体等に提言する。
- 関連ユーザ・業界への高効率モータの普及活動：製品切換を促進するため、機械セットメーカに対する普及啓発、打合せを実施する。
- 日本の規格関連の整備：JIS C 4213「トップランナーモータ」（仮称）を策定する。
- 効率規制の国内外情報収集：国内政策動向を海外に対して発信するのと並行して、海外の政策動向を国内メーカやユーザに周知する活動を継続する。

7. おわりに

JEMAは、上述の資源エネルギー庁調査時に設置された「モータ省エネルギー対策に関する検討委員会」、そして2011年12月及び2013年1月に開催された三相誘導電動機判断基準小委員会に業界代表として委員参加し、モータ高効率化の適用推進の立場から、各種の資料を提出し、積極的に提言を行ってきた。

今後、JEMAでは、トップランナー基準をクリアしたモータについて呼称を「トップランナーモータ」とすることで統一し、業界を挙げて導入促進を図っていく予定としている。

トップランナーモータの普及は省エネや省電力、ひいては温暖化ガス排出削減や地球環境保全、産業界の持続性のある成長に大きく貢献するものであり、JEMAとしても、その導入に向けた各種取り組みを直ちに推進していく必要があると考えている。

関係各位には、従来にも増したご理解とご協力をお願いしたい。

8. 引用・参考文献

* 資源エネルギー庁（2009年度エネルギー消費機器実態等調査報告書）

** 総合資源エネルギー調査会　省エネルギー基準部会　三相誘導電動機判断基準小委員会　中間とりまとめ（案）